

⑤1

Int. Cl.:

B 60 t

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑤2

Deutsche Kl.: 63 c, 53/07

*See English Equivalent  
US 3,252,740*

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

⑮

# Auslegeschrift 1 530 916

Aktenzeichen: P 15 30 916.7-21 (K 55141)

Anmeldetag: 29. Januar 1965

Offenlegungstag: —

Auslegetag: 6. Mai 1970

Ausstellungspriorität: —

③0

Unionspriorität

③2

Datum: 30. Januar 1964

③3

Land: V. St. v. Amerika

③1

Aktenzeichen: 341308

⑤4

Bezeichnung: Bremsdruckverteiler für hydraulische Bremsbetätigungsanlagen in Kraftfahrzeugen

⑥1

Zusatz zu: —

⑥2

Ausscheidung aus: —

⑦1

Anmelder: Kelsey-Hayes Company, Romulus, Mich. (V. St. A.)

Vertreter: Negendank, Dr.-Ing. Hermann, Patentanwalt, 2000 Hamburg

⑦2

Als Erfinder benannt: Stelzer, William, Broomfield Hills, Mich. (V. St. A.)

⑤6

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-PS 1 091 884

US-PS 2 242 297

DT-PS 1 094 127

US-PS 3 097 018

FR-PS 1 247 984

ORIGINAL INSPECTED

Die Erfindung betrifft einen Bremsdruckverteiler für hydraulische Bremsbetätigungsanlagen in Kraftfahrzeugen zum Aufteilen des vom Hauptzylinder erzeugten Primärdruckes auf einen ersten und einen zweiten Satz Radbremszylinder entsprechend der dynamischen Gewichtsverlagerung beim Bremsen, mit einem als Druckverstärker und einem als Druckminderer wirkenden Stufenkolben, die vom Primärdruck beaufschlagt werden und getrennt voneinander unterschiedliche Sekundärdrücke an den jeweils zugehörigen Satz Radbremszylinder liefern, und mit einer Umgehungsleitung, die unter Umgehung von wenigstens einem der beiden Stufenkolben den Hauptzylinder direkt mit dem zu dem umgangenen Stufenkolben gehörigen Satz Bremszylinder verbindet und die beim Überschreiten eines bestimmten Primärdruckes durch eine Ventilanordnung geschlossen wird.

Solche Bremsdruckverteiler sind erforderlich, um bei einer starken Verzögerung des Kraftfahrzeuges den Druck in den Hinterrad-Bremszylindern zu vermindern und in den Vorderrad-Bremszylindern zu erhöhen, um die von der starken Verzögerung des Fahrzeuges hervorgerufene Gewichtsverlagerung auszugleichen.

Es ist bekannt, daß die Bremsfähigkeit eines Rades von seiner Gewichtsbelastung abhängt. Bei verschiedenen Kraftfahrzeugen nehmen nun die Vorderräder ein erheblich höheres Gewicht auf als die Hinterräder. Es ist daher bei diesen Kraftfahrzeugen üblich, die Vorderrad-Bremszylinder größer auszuführen als die Hinterrad-Bremszylinder, und zwar derart, daß die relativen Abmessungen den Gewichtsbelastungen der Räder proportional sind. Somit wird, wenn eine unter Druck stehende Bremsflüssigkeit von einem Hauptzylinder den Vorderrad- und Hinterrad-Bremszylindern zugeführt wird, an den Vorderrädern eine größere Bremswirkung erzielt als an den Hinterrädern.

Mit den beschriebenen, verschieden großen Bremszylindern ergeben sich zwar zufriedenstellende Ergebnisse, solange nur die statische Gewichtsverteilung des Fahrzeuges maßgebend ist; es ergeben sich jedoch Schwierigkeiten, wenn die sich bei einer starken Verzögerung des Kraftfahrzeuges ergebende Gewichtsverteilung wesentlich von der statischen Gewichtsverteilung abweicht. Wenn ein Kraftfahrzeug verzögert wird, verlagert sich ein Teil des unter statischen Bedingungen von den Hinterrädern getragenen Gewichtes auf die Vorderräder. Je größer die Verzögerung ist, um so größer ist die Gewichtsverlagerung. Wird keine die Bremskräfte korrigierende Steuerung vorgesehen, so blockieren infolgedessen die Hinterräder wesentlich früher als die Vorderräder. Dies hat eine Anzahl unerwünschter Folgen. Zunächst wird der Belag der Vorderradbremse übermäßig abgenutzt, so daß eine größere Pedalkraft aufgebracht werden muß, um das Fahrzeug zum Stehen zu bringen. Der bedenklichste Nachteil ist jedoch der, daß wegen der starken Verminderung des Reibungskoeffizienten zwischen den Hinterrädern und der Straße beim Blockieren ein seitliches Wegrutschen oder »Schwänzeln« des Kraftfahrzeuges auftritt.

Ein weiteres Problem ergibt sich bei Kraftfahrzeugen mit Scheibenbremsen an den Vorderrädern und Trommelbremsen an den Hinterrädern, da bei manchen bekannten Druck-Dosiervorrichtungen die relativen Mengen der zu den Vorder- und Hinterrädern

geförderten Bremsflüssigkeit in bestimmter Weise verändert werden, sobald ein vorgegebener Verzögerungswert erreicht ist. Der volumetrische Flüssigkeitsbedarf und die »Fading«-Charakteristik sind jedoch bei Trommelbremsen und Scheibenbremsen gänzlich verschieden. Vorrichtungen, bei denen die Förderung der Bremsflüssigkeit allein auf Grund eines gegebenen Volumenverhältnisses vorgenommen wird, sind also bei derartigen Kraftfahrzeugen unwirksam.

Ein weiteres, bei Kraftfahrzeugen mit Trommel- und Scheibenbremsen auftretendes Problem entsteht aus der Notwendigkeit, bei Trommelbremsen starke Rückholfedern vorzusehen. In dem Bremssystem eines solchen Kraftfahrzeuges wird ein bestimmter Anfangswert des hydraulischen Druckes benötigt, um die Kraft der Rückholfedern der Trommelbremsen zu überwinden, bevor ihre Bremswirkung einsetzt. Im Gegensatz dazu tritt bei Scheibenbremsen, die entweder gar keine oder nur sehr schwache Rückholfedern erfordern, bei Zufuhr von Bremsflüssigkeit die Bremswirkung nahezu augenblicklich ein.

Es ist bereits bekannt, das Verhältnis des Hinterrad-Bremsdruckes zum Hauptzylinderdruck zu verringern, sobald das Fahrzeug stark verzögert wird. Die erzielten Ergebnisse sind jedoch nicht zufriedenstellend, da der Fahrer einen größeren Pedaldruck ausüben muß, um das Fahrzeug zum Stehen zu bringen.

Auch ist eine Bremsdruckanlage bekannt, bei der in der Leitung zu den Vorderrädern ein Bremsdruckverstärker und in der Leitung zu den Hinterrädern ein Bremsdruckminderer angeordnet ist. Der Druckverstärker und der Druckminderer sind als Stufenkolben ausgebildet, die vom Primärdruck beaufschlagt werden und getrennt voneinander unterschiedliche Sekundärdrücke an den jeweils zugehörigen Satz Radbremszylinder liefern. Sie sind weiter mit einer Umgehungsleitung verbunden, die unter Umgehung von wenigstens einem der beiden Stufenkolben den Hauptzylinder direkt mit dem zu dem umgangenen Stufenkolben gehörigen Satz Bremszylinder verbindet und die beim Überschreiten eines bestimmten Primärdruckes durch eine Ventilanordnung geschlossen wird. Der Druckverstärker und der Druckminderer arbeiten jedoch sonst völlig unabhängig voneinander, insbesondere ist keine Kopplung zwischen den Radbremszylinderdrücken vorgesehen.

Weiter ist ein Bremsdruckverteiler bekannt, in dem zwei zylindrische Kolben konzentrisch in einer Kammer derart angeordnet sind, daß ihre einander gegenüberliegenden Flächen mit dem Hauptzylinderdruck beaufschlagt werden. Die von den beiden Kolben erzeugten Radbremszylinderdrücke werden durch eine Anordnung von Federn unterschiedlicher Charakteristik moduliert. Auch bei diesem Bremsdruckverteiler ist eine unmittelbare Kopplung zwischen den Radbremszylinderdrücken nicht vorgesehen. Diese Anordnung weist außerdem den Nachteil auf, daß ein beträchtlicher Anteil der im Hauptzylinder erzeugten Energie von den Federn aufgenommen wird, so daß der Wirkungsgrad schlechter als bei einem Stufenkolbenregler ist.

Außerdem ist ein Bremsdruckverteiler bekannt, bei dem die Flüssigkeitsleitung vom Hauptzylinder zu einem als Druckverstärker wirkenden Kolben führt. Der von diesem Kolben erzeugte Sekundärdruck beaufschlagt einerseits die Radbremszylinder der Vorderräder und andererseits einen als Druckminderer

rer wirkenden Kolben, der den Sekundärdruck für die Radbremszylinder der Hinterräder erzeugt. Bei diesem Bremsdruckverteiler ist somit eine gewisse Beeinflussung zwischen den beiden Radbremszylinderdrücken vorhanden, die sich jedoch nur ungünstig auf das gesamte Bremssystem auswirkt, da der durch den ersten Kolben erzeugte Druck im zweiten Kolben sehr viel stärker vermindert werden muß, als dies bei üblichen Anordnungen der Fall ist. Außerdem ist der Zusammenhang zwischen den beiden Radbremszylinderdrücken derart, daß eine unerwünschte Störung des Vorderradbremsdruckes eine gleichsinnige Störung des Hinterradbremsdruckes zur Folge hat, das Verhältnis vom Gesamtbremsdruck zum Hauptzylinderdruck also nicht konstant bleibt.

Schließlich ist ein Bremssystem mit einem als Bremsdruckverteiler dienenden Hauptzylinder bekannt. In dem Hauptzylinder verdrängt ein einziger Stufenkolben die Bremsflüssigkeit sowohl zu den hinteren als auch zu den vorderen Bremszylindern. Eine solche Anordnung hat den wesentlichen Nachteil, daß das Verhältnis der Flüssigkeitsmengen, die zu den vorderen und hinteren Radbremszylindern verdrängt werden, unabhängig von der unterschiedlichen Abnutzung der Bremsbeläge u. dgl., immer konstant ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Bremsdruckverteiler der eingangs genannten Art so auszubilden, daß der von dem einen Stufenkolben erzeugte Druck den vom anderen Stufenkolben erzeugten Druck derart beeinflusst, daß selbst bei irgendwelchen Störungen des vom ersten Kolben erzeugten Druckes (verspätetes oder verfrühtes Öffnen der Ventile od. dgl.) die Summe aus dem Vorderrad-Bremsdruck und dem Hinterrad-Bremsdruck ein gewünschtes Verhältnis zum Hauptzylinderdruck beibehält.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen der die Radbremszylinder beaufschlagenden Sekundärdruckseite des einen Stufenkolbens und demjenigen Druckseitenabschnitt des anderen Stufenkolbens, der durch die Stufe bestimmt wird, nicht auf die Radbremszylinder wirkt und der Primärdruckseite dieses Stufenkolbens entgegengesetzt liegt, eine Strömungsverbindung besteht.

Der mit einer derartigen Ausführung erzielte Vorteil besteht insbesondere darin, daß die relativen Druckbeaufschlagungen der Vorderrad- und Hinterradbremszylinder bei einer starken Verzögerung des Kraftfahrzeuges derart verändert werden, daß die an den Vorderrädern und Hinterrädern erzeugten Bremswirkungen verhältnismäßig genau zu den Gewichtbelastungen dieser Räder in Beziehung stehen.

Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß die mit dem Sekundärdruck des einen Stufenkolbens beaufschlagte Fläche des anderen Stufenkolbens zur Flüssigkeitsverdrängung im Bremssystem beiträgt, während bei bekannten Bremsdruckverteilern diese Fläche gegen die Atmosphäre arbeitet. Somit ist der Pedalweg, der zur Erzeugung eines bestimmten Radbremsdruckes an den Vorder- und Hinterrädern erforderlich ist, bei dem erfindungsgemäß ausgestatteten Bremsdruckverteiler kleiner als bei bekannten Verteilern. Schließlich ist ein nicht unwesentlicher Vorteil darin zu sehen, daß, wenn aus irgendwelchen Gründen der erste Kolben vollständig blockiert ist und keinerlei Bremswirkung auf seine zugehörigen Radbremszylinder ausübt, die normalerweise mit dem Sekundärdruck des ersten Kolbens beaufschlagte

Fläche des Stufenkolbens Bremsflüssigkeit zu den Radbremszylindern des ersten Kolbens verdrängt, so daß, im Gegensatz zu den bekannten Anordnungen, auch in diesem Fall auf sämtliche vier Räder des Kraftfahrzeuges eine Bremswirkung ausgeübt wird.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung, bei der die beiden Stufenkolben in einem einzigen Gehäuse eingebaut sind und der Hauptzylinder zur Erzeugung des Primärdruckes getrennt angeordnet ist, sind die beiden Stufenkolben koaxial zueinander in der gleichen Kammer angeordnet, wobei die sich gegenüberliegenden Flächen der Stufenkolben mit dem Primärdruck beaufschlagt sind und die Strömungsverbindung durch eine die entgegengesetzt liegenden Stufenkolbenflächen miteinander verbindende Leitung gebildet wird.

Die beiden Stufenkolben können auch koaxial zueinander in der gleichen Kammer angeordnet werden, wobei die durch die Strömungsverbindung verbundenen Druckseiten einander gegenüberliegen.

Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung, bei der die beiden Stufenkolben und der Hauptzylinder gemeinsam in einem Gehäuse untergebracht sind, sind die beiden Stufenkolben in getrennten Kammern angeordnet und besteht die Strömungsverbindung aus einer Bohrung zwischen beiden Kammern.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäß ausgebildeten Bremsdruckverteiler, wobei die weiteren Teile des Kraftfahrzeug-Bremssystems schematisch dargestellt sind,

Fig. 2 die schematische Darstellung eines Kraftfahrzeug-Bremssystems mit einer abgewandelten Ausführung des Bremsdruckverteilers,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch den Bremsdruckverteiler in Fig. 2,

Fig. 4 die schematische Darstellung eines Kraftfahrzeug-Bremssystems mit einem weiteren Ausführungsbeispiel des Bremsdruckverteilers, der hier direkt in den Hauptzylinder eingebaut ist,

Fig. 5 einen Längsschnitt durch den Hauptzylinder und den Bremsdruckverteiler in Fig. 4 und

Fig. 6 ein Diagramm, in das für das Bremssystem nach den Fig. 4 und 5 der Hauptzylinderdruck, der Vorderrad-Bremszylinderdruck und der Hinterrad-Bremszylinderdruck als Funktion des Pedaldruckes eingetragen sind.

In Fig. 1 ist ein Gehäuse 1 dargestellt, das mit einer Einlaßöffnung 3 und einem Paar Auslaßöffnungen 7 und 9 versehen ist. Eine zweite Einlaßöffnung 5 ist in einem Stopfen 37 ausgebildet, der in das Gehäuse 1 eingeschraubt ist. Die Einlaßöffnungen 3 und 5 sind mit zwei Leitungen 13 bzw. 15 verbunden, die eine Verbindung mit dem Ausgang eines üblichen Hauptzylinders 11 über eine gemeinsame Zufuhrleitung 16 herstellen. Der Hauptzylinder 11 wird in der üblichen Weise von einem Bremspedal 17 betätigt. Die Gehäuse-Auslaßöffnung 7 ist mit zwei Hinterrad-Bremszylindern 19 durch eine Leitung 21 verbunden, während die Auslaßöffnung 9 über eine Leitung 23 mit zwei Vorderrad-Bremszylindern 25 verbunden ist.

Das Gehäuse 1 ist mit koaxialen Verbindungsbohrungen von abgestuftem Durchmesser versehen, unter denen sich die mit großem Durchmesser ausgeführten Bohrungen 29 bzw. 31 an den beiden Enden des Gehäuses 1 und eine dazwischenliegende Bohrung 33

von kleinerem Durchmesser befinden. Das der Bohrung 29 benachbarte Ende des Gehäuses 1 ist durch einen Stopfen 35 und das der Bohrung 31 benachbarte Ende durch einen Stopfen 37 verschlossen. Zwischen dem Gehäuse 1 und dem Stopfen 35 bzw. 37 ist durch zwei Dichtungen 39 bzw. 41 eine druckmitteldichte Abdichtung vorgesehen.

Innerhalb der Bohrung 29 ist ein hohler Stufenkolben 43 gleitend angeordnet. Dieser Stufenkolben 43 besitzt einen mit großem Durchmesser ausgeführten Teil 45, der dicht an der Wand der Bohrung 29 anliegt. Durch einen mit kleinerem Außendurchmesser ausgeführten Teil 47 des Stufenkolbens 43 ist zwischen dem Kolben und der Bohrung 29 ein ringförmiger Durchgang 49 gebildet, der mit der Einlaßöffnung 3 in Verbindung steht. Der Stufenkolben 43 ist mit einer ringförmigen, im Querschnitt V-förmigen Umfangsnut 51 versehen, in der ein üblicher O-Ring 53 angeordnet ist und in druckmitteldichter Anlage an der Bohrung 29 liegt, um den Durchtritt von Druckmittel zu verhindern. Am linksseitigen Ende der Umfangsnut 51 ist zwischen der Nut und dem O-Ring 53 ein Spielraum vorgesehen, dessen Zweck weiter unten erläutert werden wird.

Der Stufenkolben 43 enthält eine innere Kammer 48, die durch eine mit großem Durchmesser ausgeführte Bohrungswand 55 und eine mit kleinem Durchmesser ausgeführte Bohrungswand 57 und eine dazwischen angeordnete ringförmige konische Auflauffläche 59 gebildet wird. Der ringförmige Durchgang 49 ist mit der Kammer 48 über eine im wesentlichen radial angeordnete Öffnung 61 verbunden, während an einem Ende des Stufenkolbens 43 ein radial nach innen gerichteter ringförmiger Flansch 63 eine zweite Öffnung 65 bildet, die eine Verbindung zwischen der Kammer 48 und der Auslaßöffnung 7 herstellt. Das andere Ende der Kammer 48 ist durch eine Verlängerung 67 eines Kolbens 69 verschlossen, der am Stufenkolben 43 mit Hilfe eines Sprengtringes 71 befestigt ist. Innerhalb der Kammer 48 ist ein Ventilelement in Form einer Kugel 75 vorgesehen und so ausgebildet, daß es sich abdichtend an die Kante der Öffnung 65 anlegen und dadurch den Durchtritt von Flüssigkeit durch diese Öffnung verhindern kann. Wie weiter unten noch näher ausgeführt werden wird, bestimmt der Konizitätswinkel der Auflauffläche 59 den speziellen Wert der Verzögerung des Fahrzeuges, bei dem die Kugel 75 die Auflauffläche 59 hinaufläuft und die Öffnung 65 schließt.

Innerhalb der Bohrung 29 ist eine Ventilauslösvorrichtung 77 in Anlage an einer radial sich erstreckenden Gehäuseschulter 79 am rechten Ende der Bohrung 29 vorgesehen. Die Ventilauslösvorrichtung 77 ist mit einer Verlängerung 80 versehen, die die Kugel 75 von ihrem Sitz abheben kann, falls sie in einer noch zu beschreibenden Weise sich vorzeitig gegen die Öffnung 65 gelegt hat. An einem Ende der Ventilauslösvorrichtung 77 sitzt eine relativ schwache Druckfeder 81 auf; das andere Ende der Druckfeder stützt sich am Flansch 63 des Stufenkolbens 43 ab. Eine relativ starke Druckfeder 83, die innerhalb einer Bohrung 85 des Stopfens 35 angeordnet ist, steht mit dem Kolben 69 im Eingriff und wirkt der Druckfeder 81 entgegen. Somit ist der Stufenkolben 43 in der Bohrung 29 in beiden Richtungen frei beweglich, wenn er einem entsprechenden Druckdifferential an seinen Enden ausgesetzt wird. Der Kolben 69 besitzt einen auf seinem Umfang angeordneten O-Ring 87,

der in druckmitteldichter Anlage an der Bohrung 85 anliegt. Wie sich aus Fig. 1 ergibt, ist die Bohrung 85 durch eine Belüftungsöffnung 89 mit der Atmosphäre verbunden, so daß irgendwelche Drucktaschen, die die Hin- und Herbewegung des Kolbens 69 in der Bohrung 85 begrenzen könnten, nicht auftreten können.

Sobald die Bremsen einleitend oder leicht betätigt werden und das Fahrzeug mit einem kleineren Wert verzögert wird, als erforderlich ist, um die Kugel 75 auf die konische Auflauffläche 59 auflaufen zu lassen, tritt Druckflüssigkeit aus dem Hauptzylinder 11 über die Leitung 13 in die Einlaßöffnung 3 und den ringförmigen Durchgang 49, durch die Öffnungen 61 und 65 und danach über die Auslaßöffnung 7 und die Leitung 21 in die Hinterrad-Bremszylinder 19 ein. Während dieses einleitenden oder leichten Bremsens wird der Stufenkolben 43 durch den Druckmitteldruck schwach nach links bewegt und drückt die Druckfeder 83 etwas zusammen. Dies beruht auf den relativ größeren rechtsseitigen Flächen des Stufenkolbens 43 im Vergleich zu den linksseitigen Flächen dieses Kolbens, die der Bremsflüssigkeit ausgesetzt sind. Wenn die einleitende Bremskraft so weit verstärkt wird, daß eine vorbestimmte Verzögerung des Fahrzeuges erzielt wird, läuft die Kugel 75 auf die konische Auflauffläche 59 auf und sperrt die Öffnung 65, so daß keine weitere Hydraulikflüssigkeit durch die Auslaßöffnung 7 fließen kann. Unter derartigen Bedingungen kann demnach eine weitere Druckbeaufschlagung der Hinterradzylinder nur durch eine Bewegung des Stufenkolbens 43 nach rechts in Richtung auf die Auslaßöffnung 7 erzielt werden. Die dem aus dem Hauptzylinder 11 kommenden Druckmittel ausgesetzte Wirkfläche des Stufenkolbens 43 ist kleiner als die entgegenwirkende Wirkfläche, die von der Auslaßöffnung 7 her vom Druckmittel beaufschlagt wird. Wenn ein Druckübertragungskolben auf seiner einen Seite dem Druck eines Antriebs-Druckmittels und auf der anderen Seite dem Gegendruck eines unter Druck zu setzenden Druckmittels ausgesetzt ist, steht der erzeugte Gegendruck mit dem Druck des Antriebsmediums in einer Beziehung, die gleich dem umgekehrten Verhältnis der den genannten Medien ausgesetzten wirksamen Kolbenfläche ist. Die dem Hauptzylinderdruck ausgesetzte wirksame Kolbenfläche der aus dem Stufenkolben 43 und dem Kolben 69 bestehenden Kolbenanordnung ist gleich der Querschnittsfläche der Bohrung 29 abzüglich der Querschnittsfläche der Bohrung 85. Die für die Beaufschlagung des Druckmittels für die Hinterradbremse maßgebende Fläche dieser Kolbenanordnung ist gleich der gesamten Querschnittsfläche der Bohrung 29. Dementsprechend wird der an den Hinterrad-Bremszylindern 19 wirkende Druck zum Druck in der Einlaßöffnung 3 durch die Kolbenanordnung 43 bis 69 vermindert.

Infolge der Tatsache, daß die Drücke auf den entgegengesetzten Seiten des Stufenkolbens 43 gleich sind, wenn die Kugel 75 die Öffnung 65 verschließt, würde sich bei der Bewegung des Kolbens nach rechts eine erhebliche Verzögerung ergeben, um dem Hauptbremszylinderdruck Zeit zu lassen, sich auf einen zur Überwindung der Differential-Kolbenflächen ausreichend hohen Wert aufzubauen, falls der Hauptzylinderdruck die einzige Kraft wäre, durch die die Kolbenanordnung 43 bis 69 eine Kraft nach rechts erfahren würde. Die Druckfeder 83 unterstützt aber

den Hauptzylinderdruck in seiner Wirkung auf die Hinterrad-Bremszylinder 19, jedoch mit einem bis zum Ende des Federweges allmählich abnehmenden Betrag, und zusätzlich ergeben der O-Ring 53 und die V-förmige Umfangsnut 51, in welcher der O-Ring 53 sitzt, eine Unterstützung in dieser Richtung. Der Spielraum zwischen dem O-Ring 53 und dem linksseitigen Teil der V-förmigen Umfangsnut 51 gestattet dem Eingangs-Druckmitteldruck, gegen den O-Ring zu wirken und zu versuchen, ihn in der Umfangsnut 51 nach rechts zu verschieben und das Druckmittel in Richtung auf die Auslaßöffnung 7 unter Druck zu setzen. Nachdem der O-Ring 53 sich so weit wie möglich in der Umfangsnut 51 bewegt hat und nachdem die Druckfeder 83 unwirksam geworden ist, steuern die relativen Wirkflächen des Kolbens das Verhältnis des Hinterradbremstdruckes zum Hauptzylinderbremstdruck, doch bewirken der O-Ring 53 und die Druckfeder 83 einen allmählichen stufenlosen Übergang zwischen diesem Verhältnis und dem 1 : 1-Verhältnis, das während der einleitenden Bremsbetätigung herrscht.

Gleichzeitig mit der Verminderung des Verhältnisses der Druckbeaufschlagung der Hinterradzylinder bezogen auf den Hauptzylinderdruck ergibt sich auch eine Zunahme des Verhältnisses der Druckbeaufschlagung der Vorderradzylinder bezogen auf den Hauptzylinderdruck. Dies ergibt sich aus den Merkmalen des Aufbaues, zu denen ein hohler Stufenkolben 91 gehört, der in der Bohrung 31 angeordnet und mit Hilfe eines O-Ringes 93 an seinem Umfang in abdichtender Anlage an der Wand der Bohrung 31 gehalten ist. Der Stufenkolben 91 besitzt an seinem einen Ende einen mit großem Durchmesser ausgeführten Teil 95, der normalerweise durch eine schwache Druckfeder 98 in Anlage an einem Absatz 97 des Stopfens 37 gehalten wird. Der Stopfen 37 besitzt einen axialen Durchgang 99, der die Einlaßöffnung 5 mit einem ebenfalls im Stopfen 37 ausgebildeten radialen Durchgang 101 verbindet. Der Durchgang 101 ist zur Bohrung 31 hin offen. Der Stufenkolben 91 ist mit einer zentralen Öffnung 103 versehen, die mit einer Vielzahl von radialen Einschnitten 105 in Verbindung steht, die in dem dem Stopfen 37 zugewandten Ende des mit großem Durchmesser versehenen Teiles 95 des Stufenkolbens 91 ausgebildet sind. Somit strömt hydraulische Druckflüssigkeit, die von dem Hauptzylinder 11 über die Leitung 15 zur Einlaßöffnung 5 geliefert wird, durch die Durchgänge 99 und 101 und die Einschnitte 105 und in die Öffnung 103 des Stufenkolbens 91.

Der Stufenkolben 91 besitzt einen mit kleinem Durchmesser ausgeführten Teil 107, der dicht gleitend in der Bohrung 33 aufgenommen ist. Eine in der Ventilauslösevorrichtung 77 ausgebildete Vielzahl von Öffnungen 108 ermöglicht den Durchtritt des Druckmittels zwischen den Bohrungen 29 und 33. Der Teil 107 des Stufenkolbens 91 ist mit Hilfe eines O-Ringes 109 gegen die Wand der Bohrung 33 abgedichtet. Der Teil 107 ist mit einer mittleren Bohrung ausgebildet, die zusammen mit dem hohlen Inneren des Teiles 95 des Stufenkolbens 91 eine mit der Öffnung 103 in Verbindung stehende Kammer 111 bildet. Innerhalb der Kammer 111 ist ein Ventilelement in Form einer Kugel 115 angeordnet und durch eine Druckfeder 119 gegen die Öffnung 103 vorgespannt. Die Kugel 115 wird normalerweise durch eine Verlängerung 121 des Stopfens 37 von der Öffnung 103

entfernt gehalten, wenn der Stufenkolben 91 an dem mit verringertem Durchmesser ausgeführten Teil 97 des Stopfens 37 anliegt. Wenn sich jedoch der Stufenkolben 91 nach links gegen die Druckfeder 98 bewegt, wird die Kugel 115 durch die Druckfeder 119 in eine Lage gedrückt, in welcher die Öffnung 103 geschlossen und dadurch jeder weitere Zutritt von Druckflüssigkeit zur Kammer 111 aus der Einlaßöffnung 5 verhindert wird. Die Kammer 111 ist mit der Auslaßöffnung 9 durch einen radialen Durchgang 123 im Teil 107 des Stufenkolbens 91 verbunden. Während des einleitenden oder schwachen Bremsens und damit vor der Schließbewegung der Kugel 115 wird die Druckflüssigkeit in der schon beschriebenen Weise durch die Leitung 15 und zur Öffnung 103 im Stufenkolben 91 gedrückt. Unter diesen Umständen sind die Druckmitteldrücke im System gleich, und die diesen Drücken ausgesetzten Wirkflächen der Teile 95 und 107 des Stufenkolbens 91 sind ebenfalls gleich. Deshalb vermag die Druckfeder 98 den Stufenkolben 91 in Anlage an den Stopfen 37 zu halten. Infolgedessen strömt Druckflüssigkeit durch die Öffnung 103, an der Kugel 115 vorbei, in die Kammer 111 hinein, durch den Durchgang 123 heraus und danach über die Auslaßöffnung 9 und die Leitung 23 zu den Vorderrad-Bremszylindern 25. Nachdem sich jedoch das im Stufenkolben 43 angeordnete verzögerungsabhängige Kugelventil in der beschriebenen Weise geschlossen hat, kann ein weiterer Anstieg des Hauptzylinderdruckes nicht mehr einen gleichen Anstieg des Druckes der in der Bohrung 33 befindlichen Druckflüssigkeit bewirken, die gegen den Teil 107 des Stufenkolbens 91 drückt. Der Druck in der Bohrung in bezug auf den Hauptzylinderdruck wird herabgesetzt. Anders ausgedrückt, wird der Druck in der Bohrung 33 in geringerem Ausmaß ansteigen als der Hauptzylinderdruck. Infolgedessen vermag der vom Hauptzylinder herrührende Druck im rechtsseitigen Ende der Bohrung 31 die Druckfeder 98 zu überwinden und den Stufenkolben 91 nach links zu bewegen, so daß die Kugel 115 sich gegen die Öffnung 103 legen und diese Öffnung verschließen kann. Zu diesem Zeitpunkt ist keinerlei Strömungsmittelverbindung zwischen dem Hauptzylinder 11 und den vorderen und hinteren Bremszylindern mehr vorhanden, da beide Ventile mit den Kugeln 75 und 115 geschlossen sind. Deshalb kann jede weitere Druckerhöhung im Hauptzylinder 11 nur von einer nach rechts gerichteten Bewegung des Stufenkolbens 43 und einer nach links gerichteten Bewegung des Stufenkolbens 91 in der oben beschriebenen Weise begleitet sein.

Wenn sich der Stufenkolben 91 nach links bewegt, wird das Verhältnis des Vorderrad-Bremstdruckes zum Hauptzylinderdruck vergrößert. Die Fläche des Stufenkolbens 91, gegen die das Druckmittel aus dem Hauptzylinder wirkt, ist gleich der Fläche des von der Reaktionskraft der Vorderradbremse beaufschlagten Teiles 95 plus der von der Reaktionskraft der Hinterradbremse beaufschlagten Fläche des Teiles 107. Die Kräfte sind gleich diesen Drücken, multipliziert mit den Flächen, auf die diese Drücke einwirken. Angenommen, der Hauptzylinderdruck sei  $P_M$ , der Vorderrad-Bremstdruck sei  $P_F$ , der Hinterrad-Bremstdruck sei  $P_R$ , die Querschnittsfläche der Bohrung 31 sei  $A$  und die Querschnittsfläche der Bohrung 33 sei  $B$ . Dann beschreibt die folgende Formel, bei der die relativ schwache Kraft der Druckfeder 98 nicht

berücksichtigt wurde, die Beziehung zwischen den Kräften:

$$P_M A = P_F (A - B) + P_R B.$$

Falls  $P_R$  vermindert wird, muß  $P_F$  sich entsprechend vergrößern, um der Gleichung zu genügen. Demzufolge steuert die vom Stufenkolben 43 bewirkte Verminderung des Hinterrad-Bremsdruckes das Ausmaß des vom Stufenkolben 91 erzeugten Anstieges des Vorderrad-Bremsdruckes.

Es ist zu beachten, daß der Teil 107 des Stufenkolbens 91 den Stufenkolben 43 bei der Verdrängung von Bremsflüssigkeit zu den hinteren Bremszylindern 19 unterstützt, wenn der Teil 107 sich nach links und der Stufenkolben 43 nach rechts bewegt. Aus diesem Grund muß die Fläche  $(A - B)$  genügend groß und die Fläche  $B$  genügend klein sein, damit die vom Hauptzylinderdruck verursachte Bewegung des Stufenkolbens 91 nach links nicht einen künstlich hohen Druck in dem rechtsseitigen Ende der Bohrung 29 (und damit in den hinteren Bremsen) erzeugt und die Fähigkeit des Stufenkolbens 43 aufhebt, das Verhältnis des Hinterrad-Bremsdruckes zum Hauptzylinderdruck zu steuern. Der brauchbare Bereich der relativen Abmessungen hängt von den relativen Kapazitäten der Bremszylinder ab; in Bremssystemen, bei denen die vorderen Zylinder größere Kapazitäten aufweisen als die hinteren Bremszylinder oder bei denen diese Kapazitäten nahezu gleich sind, muß jedoch  $(A - B)$  größer als  $B$  sein. Bei der dargestellten Ausführungsform ist dies durch ein Verhältnis von über 2,5 : 1 der Fall.

Um sicherzustellen, daß die Kugel 75 nicht vorzeitig die Öffnung 65 schließt, ist die Verlängerung 80 der Ventilauslösvorrichtung 77 vorgesehen. Falls die Kugel 75 sich, beispielsweise beim Bergabfahren des Fahrzeuges, vorzeitig gegen die Öffnung 65 legt und gleichzeitig das Bremspedal 17 betätigt wird, wird zu den Hinterradzylindern 19 zunächst eine relativ kleine Menge von Bremsflüssigkeit fließen im Vergleich zu der großen Menge, die bei der Betätigung des Bremspedals 17 vom Hauptzylinder geliefert wird. Der Stufenkolben 43 wird dadurch genügend weit nach rechts bewegt, so daß die Verlängerung 80 die Kugel 75 von ihrem Sitz abhebt. Die Bremsflüssigkeit kann dann durch die Öffnung 65 fließen und dadurch den Druck ausgleichen, der den Stufenkolben 43 nach rechts zu bewegen versucht. Diese Bremsflüssigkeit stellt ferner durch ihre Einwirkung auf die rechtsseitige Fläche des Flansches 63 sicher, daß der Stufenkolben 43 in seine Ruhelage zurückkehrt, bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Verzögerung so groß ist, daß die Kugel 75 auf die Auflauffläche 59 aufläuft. Somit wird die Kugel 75 daran gehindert, die Öffnung 65 zu verschließen, bis eine genügende Menge von Druckflüssigkeit zu den hinteren Bremszylindern 19 verdrängt worden ist.

Aus der vorstehenden Beschreibung geht hervor, daß sich nach einer einleitenden Bremsbetätigung die durch die Öffnungen 65 und 103 gebildeten Nebenschlüsse schließen und dadurch bewirken, daß die vorderen und hinteren Bremsen mit einem bekannten Druckverhältnis beaufschlagt werden. Dies wird durch zwei getrennte Stufenkolben erzielt und erfordert nicht eine genaue Vorherbestimmung des exakten Volumens an Bremsflüssigkeit, das jeder Satz der Bremszylinder benötigen wird, um einen gewünschten Druck einzustellen. Dementsprechend

kann eine nach der vorliegenden Erfindung arbeitende Vorrichtung in den verschiedensten Bremssystemen verwendet werden, ohne daß eine falsche Arbeitsweise dadurch auftritt, daß als Folge von Bremsstrommelausdehnungen od. dgl. die bei einem Bremszylinder für die Erzeugung eines gewünschten Druckes erforderliche Flüssigkeitsmenge sich in unerwarteter Weise verändert.

In den Fig. 2 und 3 ist eine abgewandelte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung dargestellt. Sie enthält ein Gehäuse 201 mit einer Einlaßöffnung 203 und zwei Auslaßöffnungen 205 und 207. Die Einlaßöffnung 203 ist mit einer Leitung 209 verbunden, die mit dem Ausgang eines üblichen Hauptzylinders 211, der von einem Bremspedal 213 in der üblichen Weise bedient wird, verbunden ist. Die Auslaßöffnung 205 des Gehäuses ist mit den Vorderrad-Bremszylindern 215 über eine Leitung 217 verbunden, während die Auslaßöffnung 207 des Gehäuses über eine Leitung 219 mit den Hinterrad-Bremszylindern 221 verbunden ist.

Das Gehäuse 201 enthält eine Anzahl von axial verbundenen Bohrungen von abgestuftem Durchmesser, zu denen eine mit kleinem Durchmesser ausgeführte Bohrung 223, eine mit mittlerem Durchmesser ausgeführte Bohrung 225 und eine mit großem Durchmesser ausgeführte Bohrung 227 gehören. Jede der Bohrungen kann von dem linksseitigen Ende (bezogen auf Fig. 3) aus bearbeitet werden, das offen ist und mit einem Stopfen 229 verschlossen werden kann. Zwischen dem Gehäuse 201 und dem Stopfen 229 ist eine Dichtung 231 angeordnet. Ein hohler Stufenkolben 301, der an seinem einen Ende eine Öffnung 302 aufweist, ist mit einem ersten Teil 303 versehen, der gleitend in der Bohrung 225 angeordnet ist, und mit einem zweiten Teil 305, der gleitend in der Bohrung 223 angeordnet ist. Von den Teilen 303 bzw. 305 werden passende Dichtungen 307 und 309 getragen, die an den Wänden der Bohrungen 225 und 223 dichtend anliegen. Das linksseitige Ende des Kolbens 301 ist mit einer ringförmigen Verlängerung 311 versehen, die so ausgebildet ist, daß sie die rechtsseitige Fläche eines noch zu beschreibenden Ventiltelmes 245 erfassen kann. Eine relativ schwache Druckfeder 313 ist mit ihrem einen Ende an einer Schulter 315, die zwischen den Bohrungen 223 und 225 ausgebildet ist, abgestützt, während das andere Ende an einer Schulter 317 auf dem Teil 303 des Stufenkolbens 301 abgestützt ist. Innerhalb des hohlen Stufenkolbens 301 ist ein Ventilelement in der Form einer Kugel 319 angeordnet und so ausgebildet, daß es sich abdichtend auf einen an der Öffnung 302 vorgesehenen Ventilsitz 320 legen kann, um einen Durchtritt von Druckmittel durch die Öffnung 302 in eine Bohrung 322, die ebenfalls im Stufenkolben 301 ausgebildet ist, zu verhindern. Innerhalb der Bohrung 322 ist ein Kolben 321 angeordnet und normalerweise durch eine Druckfeder 223 in Richtung auf die Kugel 319 federnd vorgespannt. Zwischen der Bohrung 322 und dem Kolben 321 ist eine übliche Dichtung 325 angeordnet, um den Durchtritt von Flüssigkeit zu verhindern. Auf dem Ventiltglied 245 ist eine Ventilauslösvorrichtung in Form einer Verlängerung 327 ausgebildet, die die Kugel 319 erfassen und vom Ventilsitz 320 abheben kann, wenn sich die Vorrichtung in der in Fig. 3 dargestellten Lage befindet. Die Bohrung 322 ist mit der Gehäuse-Auslaßöffnung 207 durch eine im



wesentlichen radial angeordnete Öffnung 329 verbunden. Somit wird während einer einleitenden oder leichten Bremsung die hydraulische Bremsflüssigkeit vom Hauptzylinder 211 in die Gehäuse-Einlaßöffnung 203, durch die Öffnung 302 und die Bohrung 322 des Stufenkolbens 301, durch die Öffnung 329 und danach zu den Hinterrad-Bremszylindern 221 über die Auslaßöffnung 207 und die Leitung 219 gedrückt. Wenn der vom Hauptzylinder ausgeübte Bremsdruck auf einen vorbestimmten Wert erhöht wird, ist die von ihm erzeugte Kraft ausreichend, um das Ventilglied 245 in einer noch zu beschreibenden Weise nach links zu bewegen und dadurch die Ventil-Auslösevorrichtung mit der Verlängerung 327 von der Kugel 319 weg zu bewegen. Der Kolben 321 bewegt dann die Kugel 319 nach links gegen den Ventilsitz 320 und verhindert dadurch einen weiteren direkten Durchfluß von Druckflüssigkeit vom Hauptzylinder 211 zu den Hinterrad-Bremszylindern 221. Danach kann eine Beaufschlagung der Hinterrad-Bremszylinder nur durch Bewegung des Stufenkolbens 301 nach rechts erzielt werden.

Innerhalb der Bohrung 227 ist ein zweiter hohler oder ringförmiger Kolben 233 gleitend angeordnet, dessen rechtsseitiger Teil normalerweise durch das eine Ende einer verhältnismäßig schwachen Druckfeder 237 in Anlage an einer Schulter 235, die zwischen der mit mittlerem Durchmesser ausgeführten Bohrung 225 und der großen Bohrung 227 ausgebildet ist, gehalten wird; das andere Ende der Feder liegt über einen Ring 239 am Stopfen 229 an. An der Schulter 235 ist ein Halteglied 241 angeordnet, um die nach rechts erfolgende Bewegung des ringförmigen Kolbens 233 aufzufangen, während eine übliche Ringdichtung 243 am Umfang des Kolbens 233 angeordnet ist und sich dichtend an die Wand der Bohrung 227 anlegt.

Innerhalb des ringförmigen Kolbens 233 ist das Ventilglied 245 frei gleitbar gelagert. Dieses Ventilglied 245 besitzt eine rohrförmige oder hülsenartige Verlängerung 247 von verringertem Durchmesser, die gleitend im Inneren einer Bohrung 249, die in dem Stopfen 229 ausgebildet ist, gelagert ist. Auf dem Ventilglied 245 ist nahe an einem Kopfteil 252 ein üblicher O-Ring 251 angeordnet und so ausgebildet, daß er sich dichtend an eine Schulter 253 an dem Kolben 233 legt, wenn das Ventilglied 245 relativ zum Kolben 233 nach links bewegt wird. Wenn sich die Teile in der freigegebenen Lage befinden, kann Druckflüssigkeit zwischen dem Kolben 233 und dem Ventilglied 245 um den Ventilkopf (Kopfteil 252) herum und durch einen ringförmigen Raum zwischen der rohrförmigen Verlängerung 247 und der inneren Bohrungswand des Kolbens 233 fließen.

Eine relativ starke Druckfeder 255 von bekannter Stärke ist so angeordnet, daß sie mit ihrem einen Ende an dem Stopfen 229 anliegt, während das andere Ende sich innerhalb der hohlen Verlängerung 247 des Ventilgliedes 245 erstreckt und an dessen Ende anliegt, um einer Bewegung des Ventilgliedes 245 nach links einen Widerstand entgegenzusetzen. Die Bohrung 249 ist mit Hilfe einer Belüftungsöffnung 257 mit der Atmosphäre verbunden, so daß jegliche Möglichkeit der Bildung von Druckpolstern ausgeschlossen ist, die dazu neigen könnten, die Hin- und Herbewegung der Verlängerung 247 innerhalb der Bohrung 249 zu verhindern, während eine übliche Dichtung 259 von dem Stopfen 229 getragen wird

und dichtend an der Verlängerung 247 anliegt, um einen Durchtritt von Flüssigkeit an dieser Stelle zu verhindern. Somit wird während einer einleitenden oder schwachen Bremsung hydraulische Bremsflüssigkeit vom Hauptzylinder 211 durch die Leitung 209 und die Einlaßöffnung 203, zwischen dem Kolben 233 und dem Ventilglied 245 hindurch, in die zwischen der Bohrung 227 und der Verlängerung 247 gebildete Kammer hinein, über einen mit der Auslaßöffnung 205 verbundenen Kanal 261 des Gehäuses 201 und danach über die Leitung 217 zu den Vorderrad-Bremszylindern 215 gedrückt. Die Druckfeder 255 ist so ausgelegt, daß sie während einer derartigen einleitenden oder schwachen Bremsung eine Bewegung des Ventilgliedes 245 nach links verhindert. Sobald der einleitende Bremsdruck genügend erhöht worden ist und innerhalb des Gehäuses 201 einen vorbestimmten Wert erreicht hat, überwindet der das Ventilglied 245 beaufschlagende Druck die Kraft, die das Ventilglied 245 nach rechts drückt, woraufhin das Ventilglied 245 sich relativ zum Kolben 233 nach links bewegt und dadurch den O-Ring 251 an die Schulter 253 drückt. Unter derartigen Bedingungen ist die von der hohlen Mitte des Kolbens 233 gebildete Nebenschlußöffnung geschlossen, und es besteht kein direkter Strömungsweg zwischen dem Hauptzylinder und den Hinterrad-Bremszylindern 215 mehr.

Die Arbeitsweise der Einrichtung nach den Fig. 2 und 3 soll nun beschrieben werden. Wie weiter oben ausgeführt wurde, wird während einer einleitenden oder schwachen Bremsung Druckflüssigkeit über die Öffnung 203 in das Gehäuse 201 eintreten und zwischen dem Kolben 233 und dem Ventilglied 245 zu den Vorderrad-Bremszylindern 215 weiterlaufen. Gleichzeitig wird Druckflüssigkeit durch die Einlaßöffnung 203 zur Bohrung 322 des Stufenkolbens 301 und danach zu den Hinterrad-Bremszylindern 221 strömen. Unter diesen Bedingungen sind die Drücke im ganzen System gleich groß, und es erfolgt keine Bewegung irgendeines der im Gehäuse angeordneten Elemente. Sobald der einleitende Bremsdruck auf einen vorbestimmten Wert erhöht wird, erzeugt dieser eine Bewegung des Ventilgliedes 245 nach links. Der anwachsende Hauptzylinderdruck wirkt gegen das Ventilglied 245 über eine Wirkfläche, die gleich der Querschnittsfläche seiner hülsenförmigen Verlängerung 247 ist. Diesem Strömungsmitteldruck an dieser Fläche wirkt die Druckfeder 225 entgegen.

Durch geeignete Auslegung der Druckfeder 255 kann erzielt werden, daß sich das Ventilglied 245 bei nahezu jedem gewünschten Hauptzylinderdruck schließt. Dieser Druck wird so ausgewählt, daß er einer Fahrzeugverzögerung entspricht, bei der es wünschenswert ist, die die Gewichtsverlagerung kompensierenden Vorrichtungen in Tätigkeit zu setzen.

Zu derselben Zeit, zu der sich das Ventilglied 245 nach links bewegt, legt sich die Kugel 319 schließend gegen den Ventilsitz 320. Somit kann dann keine weitere Druckflüssigkeit mehr direkt zu den Vorderrad- oder den Hinterrad-Bremszylindern fließen, und eine weitere Beaufschlagung der Vorderrad- und der Hinterrad-Bremszylinder kann nur durch Bewegung des Kolbens 233 und des Stufenkolbens 301 nach links bzw. rechts hervorgerufen werden. In dem Augenblick, in dem das Ventilglied 245 schließt, liegt auf allen Seiten des Kolbens 233 und des Stufenkolbens 301 ein gleicher Druck vor. Bei einem weite-

ren Anstieg des Hauptzylinderdruckes wird jedoch ein verschiedener Anstieg der Drücke in den Hinterrad- und Vorderrad-Bremszylindern hervorgerufen. Angenommen, der Hauptzylinderdruck sei  $P_m$ , der Vorderrad-Bremsdruck sei  $P_f$ , der Hinterrad-Bremsdruck sei  $P_r$ , die Kraft der Druckfeder 255 sei  $F_s$ , die Querschnittsfläche der Bohrung 227 sei  $A$ , die Querschnittsfläche der Verlängerung 247 sei  $B$ , die Querschnittsfläche der Bohrung 225 sei  $C$  und die Querschnittsfläche der Bohrung 223 sei  $D$ , dann beschreiben die folgenden Formeln die Beziehungen zwischen den Kräften:

$$P_m A = P_f (A - B) + F_s,$$

$$P_m C = P_r D + P_r (C - D).$$

Demnach ist:

$$P_f = \frac{P_m A - F_s}{A - B} \text{ und } P_r = \frac{P_m C - P_f D}{C - D}.$$

Somit muß ein Anstieg des Wertes  $P_m$  einen entsprechenden Anstieg des Wertes  $P_f$  hervorrufen. Dies führt jedoch zu einem geringeren Anstieg von  $P_r$ , weil der Anstieg von  $P_f$  den Widerstand gegen eine Bewegung des Stufenkolbens 301 nach rechts erhöht. Deshalb erhöht ein weiterer Anstieg des Hauptzylinderdruckes das Verhältnis des Vorderrad-Bremszylinderdruckes zum Hauptzylinderdruck, während er das Verhältnis des Hinterraddruckes zum Hauptzylinderdruck um einen Betrag verringert, der vom Vorderrad-Bremszylinderdruck geregelt ist.

Eine Ausführungsform der Erfindung, die direkt in der Hauptzylinderanordnung eines Fahrzeug-Bremssystems eingebaut werden kann, ist in den Fig. 4 und 5 dargestellt. Bei dieser Ausführungsform enthält das Gehäuse 401 eines Hauptzylinders eine erste und eine zweite Druckmittel-Vorratskammer 403 und 405, die durch einen Deckel 404 verschlossen sind.

Das Gehäuse 401 ist mit einer Bohrung von abgestuftem Durchmesser versehen, die eine mit großem Durchmesser ausgeführte Bohrung 413 und eine mit kleinerem Durchmesser und koaxial ausgeführte anschließende Bohrung 415 umfaßt. Die Vorratskammer 403 ist durch eine erste Einlaßöffnung 414 mit der großen Bohrung 413 verbunden, während eine zweite Einlaßöffnung 416 die Vorratskammer 405 mit der kleineren Bohrung 415 über ein Kompensationsventil 418 und eine Öffnung 420 verbindet. Ein Einlaß 422 verbindet die Vorratskammer 403 mit der Bohrung 413, um letztere auf Atmosphärendruck zu halten. In der mit großem Durchmesser ausgeführten Bohrung 413 ist ein erster Kolben 417 gleitend angeordnet, der über eine Stoßstange 419 von einem üblichen Bremspedal 418' betätigt werden kann. Der Kolben 417 trägt zwei an der Wand der Bohrung 413 anliegende Dichtungen 421 und 423. Am bremspedalseitigen Ende der Bohrung 413 ist ein Sicherungsring 425 angeordnet, der eine Entfernung des Kolbens 417 aus der Bohrung verhindert. Ein zweiter Kolben 427, der als Stufenkolben ausgebildet ist, ist mit einem ersten Flanschteil 428 versehen, der gleitend innerhalb der großen Bohrung 413 angeordnet ist, und weist ferner einen zweiten Flanschteil 430 auf, der gleitend in der mit kleinerem Durchmesser ausgeführten Bohrung 415 angeordnet ist. Die Flanschteile 428 und 430 des Kolbens 427 tragen

übliche Dichtungen 429 und 431, die an den Bohrungen 413 bzw. 415 anliegen. Eine relativ schwache Druckfeder 433 ist mit ihrem einen Ende an der rechtsseitigen Ende des Kolbens 427 abgestützt, während ihr anderes Ende an einer Kappe 435 anliegt, die auf dem linksseitigen Ende des Kolbens 417 gelagert ist. Der Wirkung der Druckfeder 433 auf der Kolben 427 wirkt eine relativ starke Druckfeder 434 entgegen, deren eines Ende an einer Ringplatte 436 anliegt, die ihrerseits am linksseitigen Ende des Kolbens 427 anliegt. Das andere Ende der Druckfeder 434 stützt sich an einem radialen Flansch 438 ab, der auf einem hohlen Führungsglied 440, das an der Endwand der Bohrung 415 anliegt, ausgebildet ist. Im Flansch 438 ist eine Öffnung 442 ausgebildet, um einen Durchtritt von Flüssigkeit aus der Vorratskammer 405 durch die Einlaßöffnung 416 und die Öffnung 420 und danach zur Bohrung 415 zu ermöglichen. Während des einleitenden Bremsens, während dem sich der Kolben 427 nach links zu bewegen beginnt, wird jedoch von dem Druckmitteldruck ein schließendes Dichtglied 444 in eine dichtende Anlage an die Endwand der Bohrung 415 gedrückt, um jeden weiteren Zufluß oder Abfluß von Druckflüssigkeit aus der Vorratskammer 405 zu verhindern. Somit wird bei einleitendem oder schwachem Bremsen eine von der Stoßstange 419 hervorgerufene Bewegung des Kolbens 417 nach links die Druckfeder 433 zunächst um einen vorbestimmten Betrag zusammenzudrücken, bevor irgendeine Bewegung des Kolbens 427 nach links erfolgt. Sobald die Druckfeder 433 um diesen vorbestimmten Betrag zusammengedrückt worden ist, kann sie die Kraft der Druckfeder 434 überwinden und dadurch eine Bewegung des Kolbens 427 nach links hervorrufen. Diese Anordnung dient dazu, um eine einleitende Betätigung der Hinterrad-Bremszylinder hervorzurufen, bevor irgendwelcher Druckmitteldruck auf die Vorderrad-Bremszylinder ausgeübt wird, wenn an den Hinterrädern Trommelbremsen und an den Vorderrädern Scheibenbremsen verwendet werden. Bei Trommelbremsen werden allgemein Rückholfedern verwendet, und die Kraft dieser Federn muß zunächst überwunden werden, bevor irgendeine Bremswirkung eintreten kann. Andererseits wird bei Scheibenbremsen normalerweise sofort beim Anlegen von hydraulischem Druck eine Bremswirkung erzielt. Der Kolben 417 leitet hier Druckmittel zu den Hinterrad-Trommelbremsen, während der Kolben 427 Druckmittel zu den Vorderrad-Scheibenbremsen leitet. Somit wird sich bei passend ausgelegten Druckfedern 433 und 434 zunächst ein vorbestimmter Druck in den Hinterrad-Bremszylindern ausbilden, bevor die Vorderrad-Bremszylinder unter Druck gesetzt werden.

In dem Gehäuse 401 ist eine zweite Bohrung mit abgestuftem Durchmesser ausgebildet und umfaßt eine mit großem Durchmesser ausgeführte Bohrung 437 und eine mit kleinerem Durchmesser ausgeführte Bohrung 439. Eine Öffnung 441 verbindet die mit größerem Durchmesser ausgeführte Bohrung 437 mit der Bohrung 413 an der linken Seite des Flanschteils 428 des Kolbens 427, während eine Öffnung 443 den Teil der Bohrung 413 zwischen den Kolben 417 und 427 mit der mit kleinerem Durchmesser ausgeführten Bohrung 439 verbindet. Somit wird durch eine Bewegung des Kolbens 417 nach links Druckmittel durch die Öffnung 443 und die Bohrung



439 verdrängt, während eine Bewegung des Kolbens 427 nach links Druckmittel durch die Öffnung 441 und die Bohrung 437 verdrängt.

Innerhalb der Bohrung 439 ist ein Kolben 445 gleitend angeordnet. Dieser Kolben enthält eine mittlere Öffnung 451, durch die Flüssigkeit zu einer Auslaßöffnung 452 fließen kann, die über eine Leitung 456' mit zwei Hinterrad-Bremszylindern 454 verbunden ist. Die Öffnung 451 ist so ausgebildet, daß sie von einem Ventiltglied 447 verschlossen werden kann, das normalerweise durch eine Druckfeder 449, die am Kolben 445 abgestützt ist, in eine offene Lage gedrückt wird. Ein Dichtglied 453 wird vom Ventiltglied 447 getragen, und dieses berührt die Fläche des Kolbens 445, wenn das Ventiltglied 447 gegen die Druckfeder 449 eine Schließbewegung ausführt. Auf dem Kolben 445 ist eine übliche Dichtung 455 angeordnet, die an der mit kleinerem Durchmesser ausgeführten Bohrung 439 anliegt, um einen Zufluß der Flüssigkeit aus der Bohrung 413 zu verhindern. Das Ventiltglied 447 ist verschiebbar in der Bohrung 456 des Kolbens 457 gelagert und mit einer zur Bohrung 456 offenen Druckkammer 459 ausgebildet. Innerhalb der Kolbenbohrung 456 sitzt eine Rückholfeder 450 und liegt an einer Platte 458 an. Die Platte 458 liegt ihrerseits am Kopf eines Stiftes 462 an, der frei durch eine in der Platte ausgebildete mittlere Öffnung 460 hindurchtritt. Die Platte bildet einen Anschlag für das linksseitige Ende des Ventiltgliedes, wobei der Anschlag durch Nachgeben der Rückholfeder 450 nachgiebig ist, um eine druckerzeugende Bewegung des Kolbens 445 zu ermöglichen. Der freie Durchfluß von Druckmittel aus dem Inneren der Bohrung 456 zur Druckkammer 459 wird durch den Spielraum zwischen dem Stift 462 und der Öffnung 460 ermöglicht. Eine von dem Ventiltglied 447 getragene Dichtung 461 liegt an der Wand der Bohrung 456 an und verhindert dort den Durchtritt von Flüssigkeit, während der Kolben 457 zwei Dichtungen 463 und 465 trägt, die dichtend an den Bohrungen 437 bzw. 439 anliegen. Im Kolben 457 ist eine ringförmige Umfangsnut 467 ausgebildet, die über einen ebenfalls im Kolben 457 ausgebildeten Durchgang 472 mit der Bohrung 456 in Verbindung steht. Dadurch wird eine Verbindung zwischen der Öffnung 441 und einer Auslaßöffnung 466, die über eine Leitung 470 mit den Vorderrad-Bremszylindern 468 verbunden ist, hergestellt. Der Kolben 457 wird mit Hilfe eines Sicherungsringes 469 in der Bohrung 437 gehalten. Somit wird, wenn die Bremsen einleitend betätigt werden und der Kolben 417 zum ersten Mal nach links bewegt wird, Druckflüssigkeit durch die Öffnung 443, die Öffnung 451, zwischen dem Kolben 445 und dem Ventiltglied 447 und danach zu den Hinterrad-Bremszylindern 454 über die Auslaßöffnung 452 und die Leitung 456 fließen. Wenn der angewandte Pedaldruck einen vorbestimmten Wert erreicht, überwinden die Kraft der Druckfeder 433 und der auf die rechtsseitige Fläche des Kolbens 427 wirkende hydraulische Druck die Druckfeder 434, und der Kolben 427 bewegt sich nach links. Somit wird dann die Druckflüssigkeit von dem Flanschteil 428 durch die Öffnung 441, um die Umfangsnut 467 im Kolben 457 und durch die Auslaßöffnung 466 zu den Vorderrad-Bremszylindern 468 gedrückt werden.

Im Gehäuse 401 ist ein Strömungsweg für den direkten Durchfluß von Druckmittel von der mit kleinerem Durchmesser ausgeführten Bohrung 415

zu der mit größerem Durchmesser ausgeführten Bohrung 413 vorgesehen, und dieser Strömungsweg ist, wie zu erkennen ist, mit einer Bohrung 473 versehen, die mit einem koaxialen Durchgang 475 in Verbindung steht. Eine Öffnung 474 verbindet die Druckmittel-Vorratskammer 405 mit der Bohrung 473, um letztere auf Atmosphärendruck zu halten. Innerhalb des Durchganges 475 ist eine Ventilkugel 477 angeordnet und so ausgebildet, daß sie sich gegen einen ringförmigen konischen Sitz 479 des Ventilsitzgliedes 481 legen kann, das an der Verbindungsstelle des Durchganges 475 mit der Bohrung 473 mittels eines Sicherungsringes 483 angeordnet ist. Die Ventilkugel 477 wird von einer Druckfeder 484 in die geschlossene Stellung vorgespannt. In der Bohrung 473 ist ein Kolben 485 gleitend angeordnet. Der Kolben ist mit einer einstückigen Verlängerung 487 versehen, die sich durch das Ventilsitzglied 481 mit Umfangspiel erstreckt. Die Verlängerung 487 dient dazu, um die Ventilkugel 477 von dem Sitz 479 abzuheben. Der Kolben 485 besitzt einen mit verringertem Durchmesser ausgeführten Teil 486, der im Anschluß an die Verlängerung 487 ausgebildet und mit radialen Durchgangsnuten 488 versehen ist. Durch zwei Druckfedern 489 und 491, die jeweils mit einem Ende am Kolben 485 anliegen, während ihre anderen Enden an einem Stopfen 493 abgestützt sind, der mit Hilfe eines Sicherungsringes 495 in der Bohrung 473 gehalten wird, wird der Kolben 485 normalerweise in eine das Ventil öffnende Lage vorgespannt. Zwischen dem Stopfen 493 und der Bohrung 473 ist eine Dichtung 497 vorgesehen, während auf dem Kolben 485 eine an der Bohrung 473 anliegende Dichtung 499 angeordnet ist, um einen Durchtritt von Flüssigkeit vom rechtsseitigen Ende der Bohrung 473 her zu verhindern. Eine Öffnung 501 verbindet die kleine Bohrung 415 mit den Durchgangsnuten 488, während sich der Durchgang 475 in die große Bohrung 413 hinein erstreckt. Somit wird während des einleitenden Teiles der nach links erfolgenden Bewegung des Kolbens 427 der Flanschteil 430 des Kolbens 427 Druckflüssigkeit aus dem Inneren der Bohrung 415, durch die Öffnung 501 und die Durchgangsnuten 488, durch den Sitz 479, den Durchgang 475 und danach über die Öffnung 441, die Umfangsnut 467 und die Leitung 470 zu den Vorderrad-Bremszylindern fördern. Bei Anwendung eines vorbestimmten Pedaldruckes, der so ausgewählt ist, daß er einem bestimmten Wert der Fahrzeugverzögerung entspricht, von dem ab die Kompensationsvorrichtung für die Gewichtsverlängerung in Tätigkeit gesetzt werden soll, wird jedoch die von der Druckflüssigkeit auf die rechte Fläche des Kolbens 485 ausgeübte Kraft, die sich aus dem Produkt des hydraulischen Druckes und der Querschnittsfläche des Kolbens 485 ergibt, die von den Druckfedern 489 und 491 ausgeübten Kräfte überwinden, woraufhin der Kolben 485 sich nach links bewegen wird. Die Druckfeder 484 wird sodann die Ventilkugel 477 an das Ventilsitzglied drücken und dadurch jeden weiteren Durchtritt von Druckmittel an dieser Stelle verhindern. Danach wird das in der Bohrung 415 eingeschlossene Druckmittel den Kolben 485 durch Einwirkung auf dessen freie Wirkfläche nach links verschoben, wenn der Kolben 427 als Folge einer weiteren Bremspedalbetätigung weiter nach links bewegt wird. Deshalb bleiben die Kräfte, die nach dem Anliegen der Ventilkugel 477 der nach links gerichteten Bewegung des Flanschteiles 430 ent-

gegenwirken, im wesentlichen konstant. Dies ergibt sich daraus, daß die Druckfedern 434, 489 und 491 genügend lang sind, so daß das Ausmaß, bis zu dem sie während des Zusammendrückens verkürzt werden, nicht groß genug ist, um eine merkliche Kraftveränderung hervorzurufen. Ferner wird der hinter dem Kolben 485 liegende Teil der Bohrung 473 mittels der Öffnung 474 auf Atmosphärendruck gehalten. Somit ergibt sich bei ansteigendem Bremspedaldruck ein entsprechender Anstieg des auf die rechte Wirkfläche des Kolbens 427 einwirkenden Druckes. Weil die Kraft, die der nach links gerichteten Bewegung des Flanschteiles 430 des Kolbens 427 entgegenwirkt, konstant bleibt und weil die dem Druck des Druckmittels ausgesetzte linksseitige Fläche des Flanschteiles 428 des Kolbens 427 kleiner ist als die dem Druckmittel ausgesetzte rechtsseitige Fläche des Kolbens 427, steigt der Druck des Druckmittels an der linksseitigen Fläche des Flanschteiles 428 des Kolbens schneller an als der Druck an der rechtsseitigen Fläche des Kolbens 427. Angenommen, der auf die rechtsseitige Fläche des Kolbens 427 wirkende Druck sei  $P_m$ , der gegen die linksseitige Fläche des Flanschteiles 428 des Kolbens 427 wirkende Druck sei  $P_f$ , der Druck in der Bohrung 415 sei  $P_b$ , die Querschnittsfläche der Bohrung 413 sei  $A$ , und die Querschnittsfläche der Bohrung 415 sei  $B$ , dann beschreibt die folgende Gleichung die Beziehung der nach dem Schließen des Ventils mit der Ventilkugel 477 am Kolben 427 herrschenden Kräfte:

$$P_m A = P_f (A - B) + P_b B.$$

Deshalb muß ein Anstieg von  $P_m$  einen größeren Anstieg von  $P_f$  ergeben, um die Gleichung zu befriedigen. Weil der Druck in der Druckkammer 459 gleich  $P_f$  ist und weil der auf die rechtsseitige Fläche des Kolbens 447 wirkende Druck gleich  $P_m$  ist wird ein Anstieg von  $P_f$  relativ zu  $P_m$  an irgendeiner Stelle, deren Lage von der Auslegung der Druckfeder 449 abhängt, eine Bewegung des Ventiliertes 447 gegen den Kolben 445 verursachen und dadurch einen weiteren Zufluß von Druckmittel zu den Hinterrad-Bremszylindern verhindern. Eine weitere Beaufschlagung der Hinterrad-Bremszylinder kann nur durch Bewegung des Kolbens 445 nach links erzielt werden. Dieser Bewegung wirkt der erhöhte Druck innerhalb der Druckkammer 459 entgegen. Dieser Druck beaufschlagt außerdem die Vorderrad-Bremszylinder. Es ist deshalb zu erkennen, daß nach dem Schließen des Ventiliertes 447 und des Ventils mit der Ventilkugel 477 irgendwelche Anstiege des Hauptzylinderdruckes zu noch größeren Anstiegen des den Vorderrad-Bremszylindern zugeführten Druckes führen. Es ist weiter zu erkennen, daß dieser Anstieg des Vorderrad-Bremszylinderdruckes in bezug auf den Hauptzylinderdruck dem Kolben 445 entgegenwirkt, der die Hinterradbremse unter Druck setzt, so daß dadurch der Hinterrad-Bremsdruck entsprechend reduziert wird.

Fig. 6 stellt eine graphische Darstellung der bei der Einrichtung nach den Fig. 4 und 5 vorliegenden Beziehung zwischen dem Hauptzylinderdruck, dem Vorderrad-Bremszylinderdruck und dem Hinterrad-Bremszylinderdruck als Funktion des angewandten Pedaldruckes dar. Die Linie  $M$  stellt den Hauptzylinderdruck dar, der sich direkt proportional zum angewandten Bremspedaldruck erhöht. Die Linie  $F$  stellt die hydraulische Druckbeaufschlagung der Vorder-

rad-Bremszylinder dar, und die Linie  $R$  stellt die hydraulische Druckbeaufschlagung der Hinterrad-Bremszylinder dar. Wie aus Fig. 6 zu entnehmen ist, werden die Vorderrad-Bremszylinder zunächst nicht unter Druck gesetzt, bis ein vorbestimmter Pedaldruck erreicht ist, während die Hinterrad-Bremszylinder sofort beaufschlagt werden. Wenn sich der Hauptzylinderdruck weiter steigert, nimmt die Druckbeaufschlagung der Vorderrad- und Hinterrad-Bremszylinder proportional zu, bis das Ventil mit der Ventilkugel 477 in der weiter vorn beschriebenen Weise sich schließt. Danach bewirkt ein weiterer Anstieg des Hauptzylinderdruckes eine stark erhöhte Druckbeaufschlagung der Vorderrad-Bremszylinder und eine stark verminderte Druckbeaufschlagung der Hinterrad-Bremszylinder. Anders ausgedrückt, nimmt das Verhältnis des Hinterrad-Bremsdruckes zum Hauptzylinderdruck ab, während das Verhältnis des Vorderrad-Bremsdruckes zum Hauptzylinderdruck zunimmt, so daß dadurch die bei einer starken Verzögerung auftretende dynamische Gewichtsverlagerung kompensierend berücksichtigt wird.

#### Patentansprüche:

1. Bremsdruckverteiler für hydraulische Bremsbetätigungsanlagen in Kraftfahrzeugen zum Aufteilen des vom Hauptzylinder erzeugten Primärdruckes auf einen ersten und einen zweiten Satz Radbremszylinder entsprechend der dynamischen Gewichtsverlagerung beim Bremsen, mit einem als Druckverstärker und einem als Druckminderer wirkenden Stufenkolben, die vom Primärdruck beaufschlagt werden und getrennt voneinander unterschiedliche Sekundärdrücke an den jeweils zugehörigen Satz Radbremszylinder liefern, und mit einer Umgehungsleitung, die unter Umgehung von wenigstens einem der beiden Stufenkolben den Hauptzylinder direkt mit dem zu dem umgangenen Stufenkolben gehörigen Satz Bremszylinder verbindet und die beim Überschreiten eines bestimmten Primärdruckes durch eine Ventilanordnung geschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der die Radbremszylinder beaufschlagenden Sekundärdruckseite des einen Stufenkolbens (43; 233, 245; 427) und demjenigen Druckseitenabschnitt des anderen Stufenkolbens (91, 301; 445, 447), der durch die Stufe bestimmt wird, nicht auf die Radbremszylinder wirkt und der Primärdruckseite dieses Stufenkolbens entgegengesetzt liegt, eine Strömungsverbindung (108; 329, 261; 472, 441) besteht.

2. Bremsdruckverteiler nach Anspruch 1, bei dem die beiden Stufenkolben in einem einzigen Gehäuse eingebaut sind und der Hauptzylinder zur Erzeugung des Primärdruckes getrennt angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Stufenkolben (233, 245; 301, 321) koaxial zueinander in der gleichen Kammer (223, 225, 227) angeordnet sind, wobei die sich gegenüberliegenden Flächen der Stufenkolben mit dem Primärdruck beaufschlagt sind und die Strömungsverbindung durch eine die entgegengesetzt liegenden Stufenkolbenflächen miteinander verbindende Leitung (329) gebildet wird.

3. Bremsdruckverteiler nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die beiden Stufenkolben in einem

einziges Gehäuse eingebaut sind und der Hauptzylinder zur Erzeugung des Primärdruckes getrennt angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Stufenkolben (43; 91) koaxial zueinander in der gleichen Kammer (29, 31) angeordnet sind und die durch die Strömungsverbindung verbundenen Druckseiten einander gegenüberliegen.

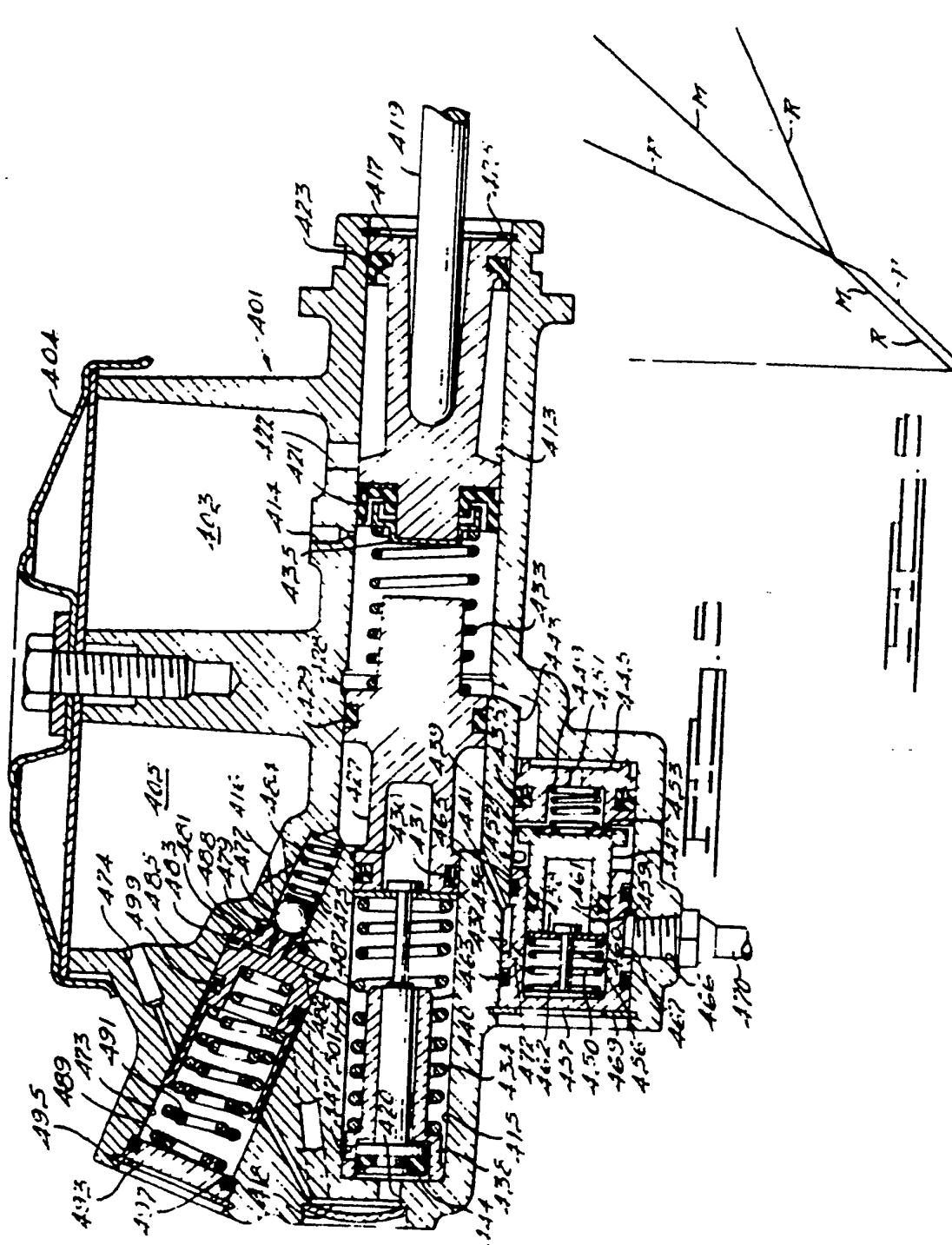
4. Bremsdruckverteiler nach Anspruch 1, bei dem die beiden Stufenkolben und der Hauptzylinder gemeinsam in einem Gehäuse untergebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Stufenkolben (427; 445, 447) in getrennten Kammern (413, 439) angeordnet sind und die Strömungsverbindung aus einer Bohrung (441, 472) zwischen beiden Kammern besteht.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

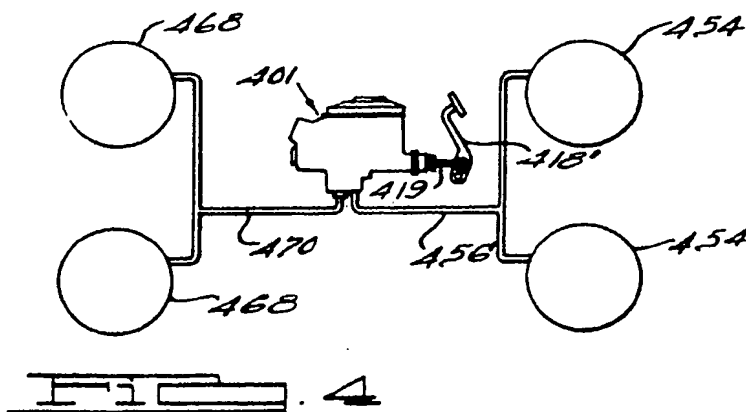
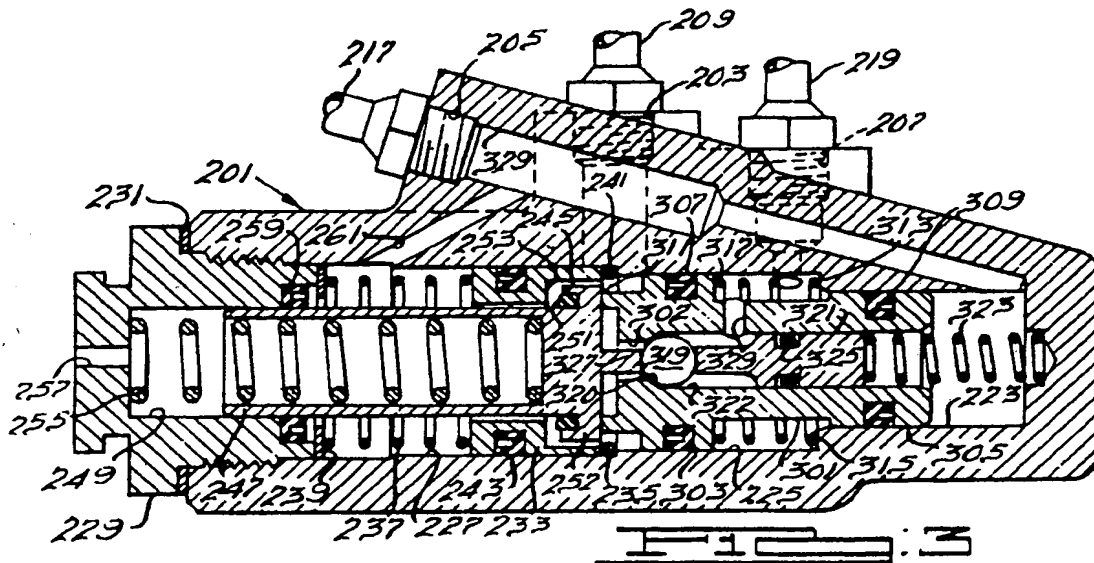
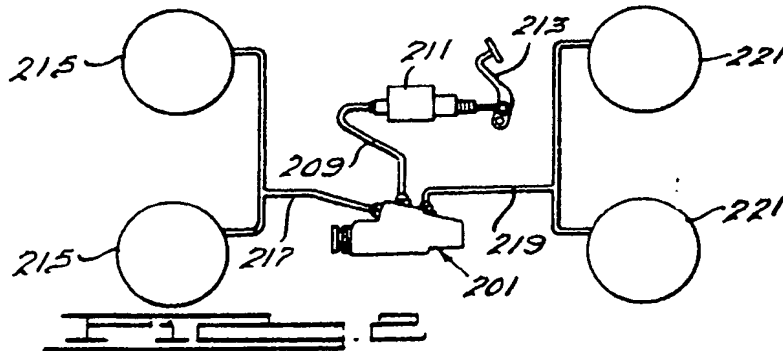
COPY

Nummer: 1 530 916  
 Int. Cl.: B 60 1  
 Deutsche Kl.: 63 c. 53 07  
 Auslegungstag: 6. Mai 1970



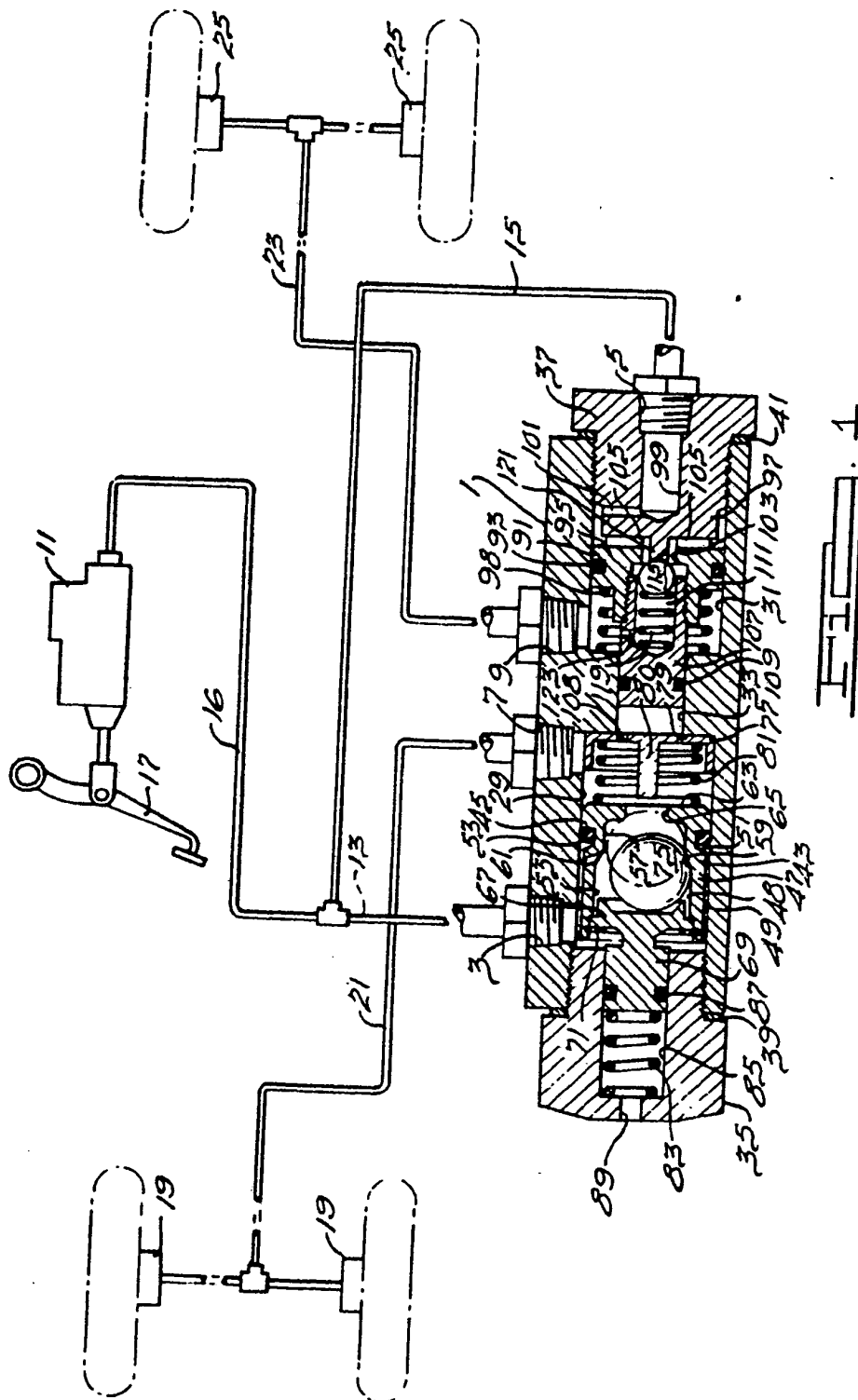
BEST AVAILABLE COPY

COPY



BEST AVAILABLE COPY

Nummer: 1 530 916  
 Int. Cl.: B 60 t  
 Deutsche Kl.: 63 c. 53/07  
 Auslegungstag: 6. Mai 1970



BEST AVAILABLE COPY

COPY